

① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3820952 C2

⑤ Int. Cl. 5:  
B21D 51/02  
B 21 D 39/08

② Aktenzeichen: P 38 20 952.7-14  
② Anmeldetag: 16. 6. 88  
④ Offenlegungstag: 21. 12. 89  
④ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 1. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

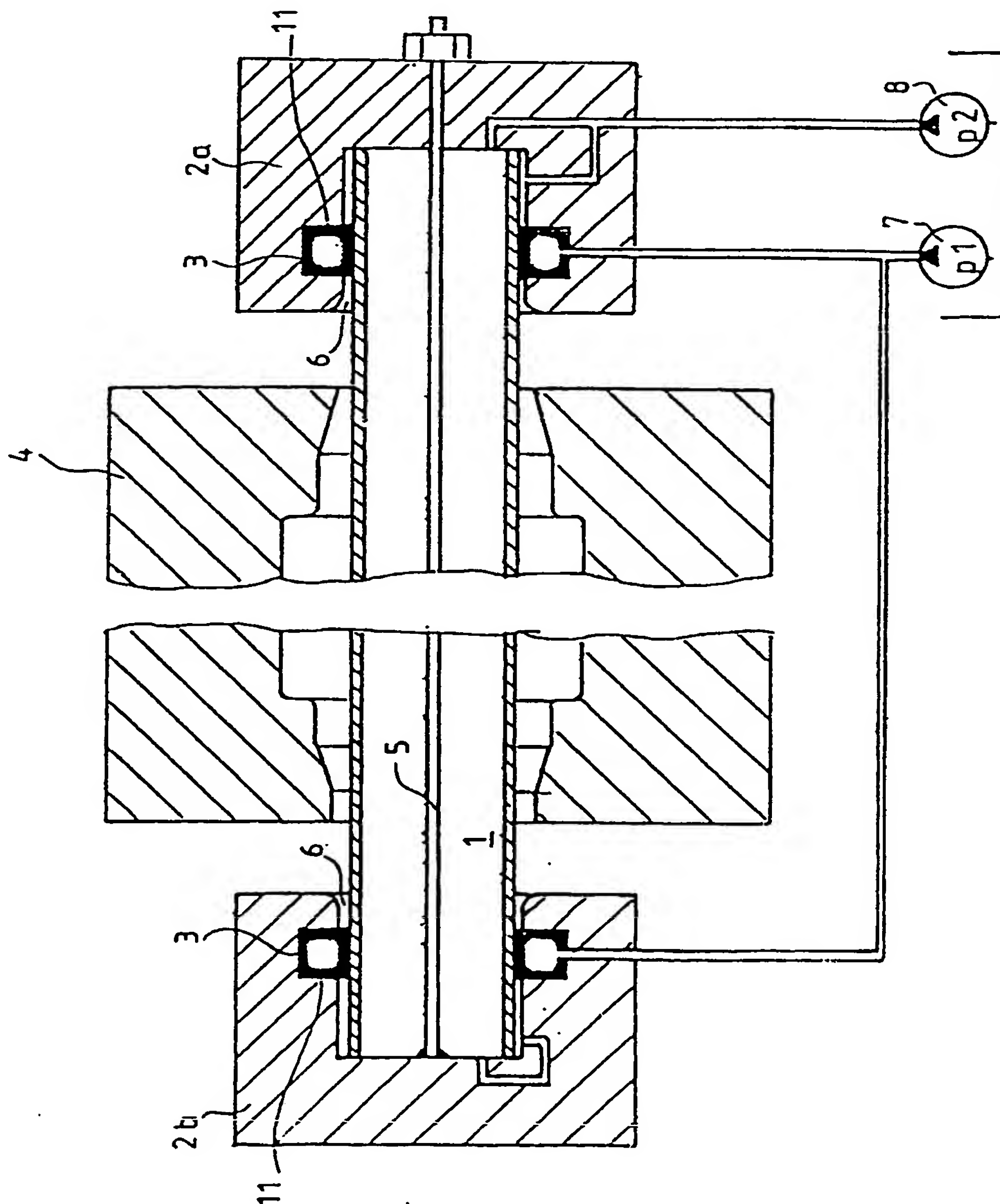
⑦ Patentinhaber:  
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE  
  
⑦ Vertreter:  
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

⑦ Erfinder:  
Vogt, Gerd, Dr.-Ing., 4005 Meerbusch, DE  
  
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE-PS 29 35 086

⑤ Vorrichtung zum hydraulischen Aufweiten von Hohlprofilen

DE 3820952 C2

DE 3820952 C2



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum hydraulischen Aufweiten von Hohlprofilen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Als Hohlprofile in diesem Sinne werden rohrförmige Körper aus metallischen Werkstoffen, insbesondere Stahl, angesehen, die eine beliebige Querschnittsform aufweisen können.

Für maschinenbauliche Zwecke werden häufig Bauteile benötigt, die als gestreckte, ggf. auch gekrümmte Körper ausgeführt sind, deren Querschnittsform sich entlang ihrer Längenausdehnung erheblich ändert. Aus Gewichtsgründen ist man in vielen Fällen daran interessiert, diese Bauteile als Hohlkörper zu gestalten. Um den Herstellungsaufwand gering zu halten, wurde schon vorgeschlagen, als Ausgangsmaterial ein rohrförmiges Halbzeug zu wählen und die gewünschte Endform durch Aufweiten des Ausgangsmaterials zu erzielen.

Aus der DE-PS 29 35 086 ist ein Verfahren bekannt, bei dem die Aufweitung eines Hohlprofils durch hydraulischen Innendruck vorgenommen und die äußere Formgebung durch ein entsprechendes starres, geteiltes Außenwerkzeug erreicht wird. Die Verformung wird durch zusätzlichen Axialdruck auf das Hohlprofil unterstützt. Zu Beginn der Umformung ist das Hohlprofil von außen bis auf einen mittigen Bereich vollständig durch sogenannte Führungsstützen umhüllt, welche erst im Verlaufe der Umformung nach und nach in Richtung der Längsachse zurückgezogen werden und so den eigentlichen Formraum des Außenwerkzeugs sukzessive freigeben. Die an sich offenen Stirnflächen des Hohlprofils sind durch die Dichtflächen von Kolbenstangen, die in das Hohlprofil eingeführt sind und den zusätzlichen Axialdruck aufbringen, abgedichtet.

Eine zusätzliche Abdichtung ergibt sich dadurch, daß die Kolbenstangen jeweils von den Führungsstützen dicht umschlossen sind, mit denen der Formraum des Außenwerkzeugs freigegeben wird.

Das bekannte Verfahren erfordert einen hohen apparativen Aufwand und ist nicht geeignet für die Herstellung von Bauteilen, die entlang ihrer Längsausdehnung gekrümmt oder abgewinkelt sind. Von besonderer Bedeutung ist jedoch, daß die Lage der Abdichtung des Hohlprofils für die hydraulische Aufweitung eine genaue Vorbearbeitung der Dichtflächen am Halbzeug und eine exakte Abstimmung der Kolbengeometrie auf die Halbzeugabmessungen erfordern. Die jeweiligen Toleranzen bei der Halbzeugherstellung können zu Verarbeitungsproblemen führen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur hydraulischen Aufweitung von metallischen Hohlprofilen vorzuschlagen, bei der die Abdichtung des Hohlprofils ohne großen Vorrichtungsaufwand erfolgt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die im Patentanspruch 1 angegebene Erfindung. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Wesentlicher Gedanke der Erfindung ist es, die an sich offenen Stirnseiten des aufzuweitenden Hohlprofils mit starren Dichtköpfen zu verschließen, die die innere oder äußere Oberfläche des Hohlprofils zwar eng, aber mit Abstand umschließen. Der dazwischenliegende Dichtspalt wird mit einem elastischen Dichtring abgedichtet, der als Hohlkörper ausgeführt und mit Innendruck beaufschlagbar ist.

Der Dichtring ist darüber hinaus in der Weise in dem Dichtkopf gekammert, daß er sich infolge des Innendrucks nur in Richtung auf die Außen- bzw. Innenoberfläche des abzudichtenden Hohlprofils ausdehnen kann

und auf dieser zur dichten Anlage kommt. Die Kammernung des Dichtringes bewirkt also, daß das elastische Material nicht seitlich ausweichen kann. Da im Dichtspalt auch der hydraulische Aufweitedruck ansteht, ist vorgesehen, daß der Innendruck im Dichtring stets so weit über diesem Aufweitedruck gehalten wird, daß der Anpreßdruck des Dichtringes auf der Oberfläche des Hohlprofils immer über dem Aufweitedruck liegt und so eine sichere Abdichtung gewährleistet ist. Aufgrund der Elastizität ist der Dichtring in der Lage, Fertigungstoleranzen hinsichtlich Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit problemlos aufzufangen. Bei einer Abdichtung auf der Außenoberfläche des Hohlkörpers, wenn also der Dichtkopf die Stirnseiten des Hohlprofils außen umfaßt, wirken die Seitenwände der Dichtringkammer hinsichtlich der Aufweitung des Hohlkörpers als mechanische Anschläge. Im Falle der Abdichtung mit einem innenliegenden Dichtkopf muß außen ein solcher Anschlag als gesonderte Abstützung vorgesehen werden, zumal der Dichtdruck ohnehin höher liegt als der eigentliche Aufweitedruck. Die Einstellung des Dichtdrucks kann in der Weise erfolgen, daß der Dichtdruck kontinuierlich entsprechend der Zunahme des Aufweitedruckes gesteigert wird. Zweckmäßigerweise liegt er jeweils 10–20% über dem aktuellen Aufweitedruck.

Es ist ohne weiteres möglich und für manche Fälle vorteilhaft, den Dichtring in zwei oder mehr an sich unabhängige Abschnitte aufzuteilen, die jeweils einzeln an die Druckversorgung anzuschließen sind. Auf diese Weise lassen sich ggf. Anpassungen an unregelmäßige Querschnittsgeometrien der aufzuweitenden Hohlprofile unter Verwendung des gleichen Dichtkopfes leichter realisieren.

In jedem Fall bleibt die Dichtfunktion gewährleistet, da sich die elastischen Teilstücke des Dichtringes auch aneinander dicht anlegen, sobald sie mit einem ausreichenden Innendruck beaufschlagt werden.

Damit die Dichtköpfe durch den Aufweitedruck nicht in axialer Richtung vom aufzuweitenden Hohlprofil weggedrückt werden, müssen sie von entsprechenden Gegenkräften gehalten werden. Dies geschieht erfindungsgemäß durch Zugelemente, die die gegenüberliegenden Dichtköpfe miteinander verbinden. Diese Zugelemente können außerhalb des Hohlprofils angebracht sein, können aber auch in diesem liegen. Flexible, d.h. biegbare innenliegende Zugelemente (z.B. Seil oder Kette) werden vorteilhaft eingesetzt, wenn das aufzuweitende Hohlprofil ursprünglich eine gerade Form (z.B. kreiszylindrisches Rohr) aufweist und in eine gebogene Endform überführt werden soll. In diesem Fall müssen die Endbereiche des Rohres, die mit den Dichtköpfen verschlossen sind, eine örtliche Verlagerung ausführen können, was aufgrund der Biegsamkeit der Zugelemente ermöglicht wird. In anderen Fällen wird es zweckmäßig sein, die Halterung für die Dichtköpfe in das Außenwerkzeug zu integrieren.

Anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Während Fig. 1 einen axialen Längsschnitt durch ein Hohlprofil mit zwei Außendichtköpfen und einem Außenwerkzeug zeigt, ist in Fig. 2 ein Beispiel für einen Innendichtkopf mit Außenabstützung des Hohlprofils wiedergegeben.

Ein Hohlprofil 1, z.B. ein zylindrisches Stahlrohr, wird an seinen Stirnseiten von zwei Außendichtköpfen 2a, 2b verschlossen. Die Außendichtköpfe 2a, 2b sind starr (im Hinblick auf eine Verformung durch den Aufweitedruck  $p_2$ ) und weisen eine als Sackloch ausgeführte Öffnung

auf, dessen Mantelkontur etwa derjenigen des aufzuweitenden Hohlprofils 1 entspricht. In der Mantelfläche dieser Öffnung ist eine Ringkammer 11 eingebettet, die zur Außenoberfläche des Hohlprofils 1 hin offen ist und einen Dichtring 3 aus elastischen Werkstoffen aufnimmt. Der Dichtring 3 ist innen hohl und an eine hydraulische Druckquelle (Druckspeicher 7) angeschlossen. Sobald der Dichtring 3 mit dem Innendruck  $p_1$  beaufschlagt wird, wird seine äußere Form verändert. Da die Ringkammer 11 den Dichtring 3 eng auf drei Seiten umschließt, kann dieser sich nur in Richtung auf die Außenoberfläche des Hohlprofils 1 ausdehnen und sich an diese dicht anlegen. Auf diese Weise wird ein Ringspalt 6 zwischen der Außenoberfläche des Hohlprofils 1 und der Mantelfläche der Öffnung im Dichtkopf 2a, 2b abgedichtet. Die beiden Dichtköpfe 2a, 2b sind durch ein Zugelement 5 (z.B. Stange, Seil, Kette) in der Weise miteinander verbunden, daß sie von dem Aufweitedruck  $p_2$ , der durch eine Zuleitung vom Druckspeicher 8 durch den Außendichtkopf 2a in das Hohlprofil 1 eingeleitet werden kann, nicht nach außen weggedrückt werden können, also sich nicht auf dem Hohlprofil 1 verschieben können. Der eigentliche Verformungsbereich des Hohlprofils 1 ist von einem Außenwerkzeug umschlossen, welches die äußere Form des aufgeweiteten Hohlprofils festlegt.

Die Funktionsweise der Vorrichtung ist die, daß zu Beginn zunächst die Dichtringe 11 mit Innendruck  $p_1$  beaufschlagt werden und zur dichten Anlage an die Außenoberfläche des Hohlprofils 1 gebracht werden. Erst dann wird hydraulischer Druck im Inneren des Hohlprofils 1 erzeugt. Während der Druck  $p_2$  gesteigert wird, ist gewährleistet, daß der Druck  $p_1$  immer größer als  $p_2$  ist, damit die Dichtwirkung erhalten bleibt.

Sobald der Innendruck  $p_2$  soweit gesteigert ist, daß die Zugspannungen in der Wandung des Hohlprofils 1 die Fließgrenze überschreiten, findet eine zunehmende Annäherung des Hohlprofils 1 an die Innenkontur des Außenwerkzeugs 4 statt. Die beiden Dichtköpfe 2a, 2b werden während des Verformungsprozesses durch die Zugstange 5 unverändert in ihrer Lage zueinander gehalten.

Anstelle der Außendichtköpfe 2a, 2b können, wie aus Fig. 2 hervorgeht, auch Innendichtköpfe 9 eingesetzt werden, die eine Abdichtung des Dichtkopfes 9 gegenüber der Innenoberfläche des Hohlprofils 1 gewährleisten. Die Funktion des Dichtringes 3 ist dabei vollständig entsprechend der in Fig. 1, d.h. die nach außen offene Ringkammer 11 läßt nur eine Ausdehnung des Dichtrings 3 nach außen auf die Innenoberfläche des Hohlprofils 1 zu. Da sich das Hohlprofil 1 unter der Wirkung des Dichtdruckes  $p_1$  aufweiten würde, ist es in diesem Fall notwendig, eine Außenabstützung 10 für das Hohlprofil 1 gesondert vorzusehen. Unabhängig von der Art des Dichtkopfes (innen oder außen) ist es im Regelfall notwendig, die im Bereich der Dichtköpfe liegenden Enden der aufgeweiteten Hohlprofile 1 abzuschneiden, da diese nicht der gewünschten Endform des Hohlprofils 1 entsprechen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, daß sie mit geringem apparativen Aufwand durchführbar ist. Außerdem ermöglicht es die Herstellung von aufgeweiteten Hohlprofilen, deren Längsachse gekrümmt ist, auch wenn von einem geraden Halbzeug als Einsatzmaterial ausgegangen wird.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Aufweiten von an den Stirnflächen an sich offenen Hohlprofilen aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus Stahl mit einem geteilten starren Außenwerkzeug für die Außenkontur des aufzuweitenden Hohlprofils, mit zwei Dichtköpfen, die die Stirnfläche des Hohlprofils verschließen und die durch Zugelemente miteinander verbindbar sind und mit Mitteln zur Erzeugung eines hydraulischen Innendruckes zur Verformung des Hohlprofils, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Dichtkopf (2a, 2b, 9) mit einem hohlen mit hydraulischem Innendruck beaufschlagbaren Dichtring (3) aus elastischem Material ausgestattet ist, der in eine Ringkammer (11) des Dichtkopfes (2a, 2b, 9) eingelassen ist, welche auf der der Oberfläche des Hohlprofils (1) zugewandten Seite offen ist und deren Seitenwände bis dicht an die Oberfläche des Hohlprofils (1) heranreichen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei auf der Innenseite des Hohlprofils (1) angeordneten Dichtköpfen (9) im Wirkungsbereich des Dichtringes (3) jeweils außen eine Abstützung (10) des Hohlprofils (1) zur Begrenzung seiner Aufweitung in diesem Bereich vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtringe (3, 11) jeweils in Teilstücke aufgeteilt sind, die einzeln mit dem hydraulischen Innendruck beaufschlagbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugelemente (5) zur Verbindung der Dichtköpfe (2a, 2b, 9) im Inneren des Hohlprofils (1) liegen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugelemente (5) zumindest in Teilbereichen flexibel (z. B. als Seil oder Kette) ausgeführt sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtköpfe (2a, 2b, 9) über das Außenwerkzeug in ihrer Lage zueinander fixiert sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



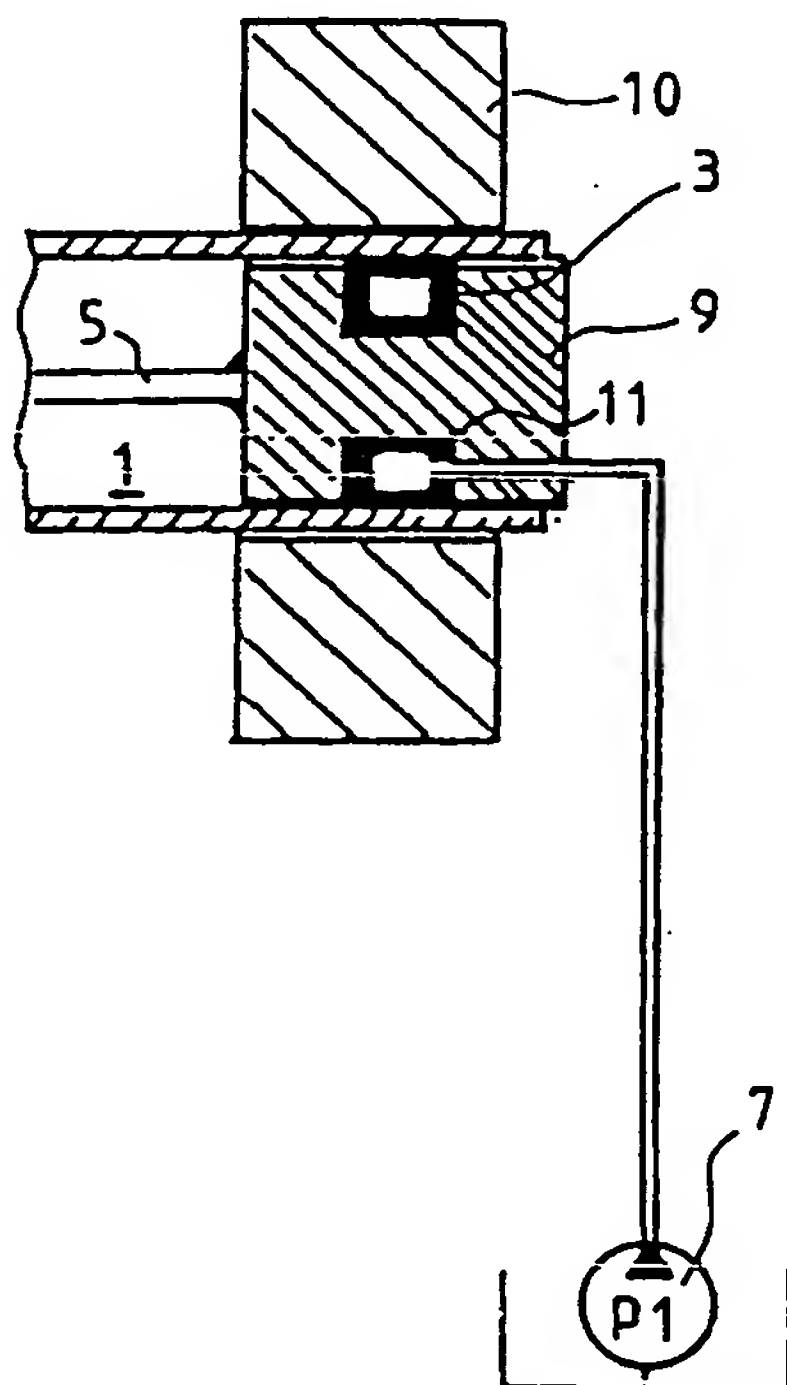


Fig. 2